

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Satoshi TANAKA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: FUEL CONTROL METHOD AND APPARATUS FOR COMBINED PLANT

**REQUEST FOR PRIORITY**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

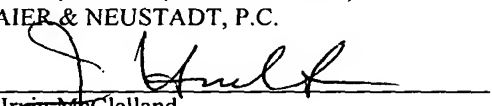
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-222115	July 30, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124

James D. Hamilton  
Registration No. 28,421



22850

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-222115

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-222115 ]

出 願 人

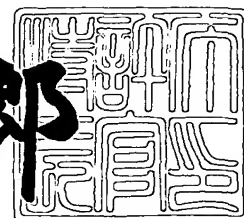
Applicant(s):

三菱重工業株式会社

2002年 9月20日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3073049

【書類名】 特許願

【整理番号】 200101474

【提出日】 平成14年 7月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02C 9/48

【発明者】

    【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内

    【氏名】 田中 聡史

【発明者】

    【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内

    【氏名】 籠谷 仁哉

【特許出願人】

    【識別番号】 000006208

    【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100089118

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 酒井 宏明

【選任した代理人】

    【識別番号】 100110560

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松下 恵三

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 036711

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9902892

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 コンバインドプラントの燃料制御方法、それに供する制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御方法において、

前記クラッチの嵌合期・離脱期を検出する検出手段を有し、

前記検出手段からの信号をトリガーとして、前記クラッチが嵌合する前後一定期間、および離脱する前後一定期間に、前記目標負荷設定を前記実際の負荷にスイッチングすることを特徴とするコンバインドプラントの燃料制御方法。

【請求項 2】 ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御方法において、

前記クラッチの嵌合期・離脱期を検出する検出手段を有し、

前記検出手段からの信号をトリガーとして、前記クラッチが嵌合する前後一定期間、および離脱する前後一定期間に、前記偏差が格納されるメモリー上の値を予め定めた一定値に置換することを特徴とするコンバインドプラントの燃料制御方法。

【請求項 3】 ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を、上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差  $E_1$  に応じて前記ガスタービンの回転数指令を生成し、ガスタービンの実回転数と前記回転数指令との比較において得られる偏差  $E_2$  に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御方法において、

前記クラッチの嵌合期・離脱期を検出する検出手段を有し、

前記検出手段からの信号をトリガーとして、前記クラッチが嵌合する前後一定期間、および離脱する前後一定期間に、前記回転数指令が格納されるメモリー上

の値を予め定めた一定値に置換することを特徴とするコンバインドプラントの燃料制御方法。

【請求項 4】 前記請求項 1～3 のいずれか一つに記載されたコンバインドプラントの燃料制御方法を、コンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 5】 ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御装置において、

前記上位コンピュータからの目標負荷設定と、  
前記実際の負荷と、  
を入力とする入力部と、

クラッチの嵌合期および離脱期を検出するトリガー部と

前記トリガー部からの検出信号があったときは、前記検出信号から一定期間、前記目標負荷設定を前記実際の負荷にスイッチングするか、または前記偏差が格納されるメモリー上の値を予め定めた一定値に置換し、当該一定となった前記偏差にゲインを乗じることによって燃料制御弁への制御出力を決定する演算部と、

前記制御出力を前記燃料制御弁に対して出力する出力部と、  
を有することを特徴とするコンバインドプラントの燃料制御装置。

【請求項 6】 ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を、上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差  $E_1$  に応じて前記ガスタービンの回転数指令を生成し、前記ガスタービンの実回転数と前記回転数指令との比較において得られる偏差  $E_2$  に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御装置において、

前記上位コンピュータからの目標負荷設定と、  
前記実際の負荷と、  
前記ガスタービンの実回転数と、

を入力とする入力部と、

クラッチの嵌合期および離脱期を検出するトリガー部と

前記トリガー部からの検出信号があったときは、前記検出信号から一定期間、前記回転数指令が格納されるメモリー上の値を予め定めた一定値に置換し、当該一定となった前記偏差にゲインを乗じることによって燃料制御弁への前記制御出力を決定する演算部と、

前記制御出力を前記燃料制御弁に対して出力する出力部と、  
を有することを特徴とするコンバインドプラントの燃料制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、コンバインドプラントの燃料制御方法、それに供する制御装置、およびコンバインドプラントの燃料制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関し、更に詳しくは、クラッチの嵌合・離脱に影響を受けないコンバインドプラントの燃料制御方法、それに供する制御装置、およびコンバインドプラントの制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

一軸コンバインドプラントは、ガスタービン、発電機、および蒸気タービンを一つの軸で接続して構成されるものである。最近では、この一軸コンバインドプラントにおいて、発電機と蒸気タービンの間の軸にクラッチを介在させるタイプのものが登場している。このクラッチ付き一軸コンバインドプラントでは、クラッチによる両回転機の連結、切り離しが可能で、ガスタービンと蒸気タービンの起動・停止を別個にできるという特徴を有する。

【0003】

このクラッチ付き一軸コンバインドプラントは、ガスタービンからの排ガスを利用した排ガスボイラーから発生する蒸気が蒸気タービンに投入可能となるまでクラッチを切り離しておき、まずガスタービンと発電機のみを起動させて用いる。そして、蒸気タービンが一定の回転数になったときにクラッチを嵌合する。反対にコンバインドプラントを停止するときは、まず蒸気タービンへの蒸気供給を減少させ、クラッチを切り離し、その後燃料制御弁を絞ってガスタービンを停止

させる。

#### 【 0 0 0 4 】

図 8 は、上記クラッチ付き一軸コンバインドプラントの制御システムを示す構成図である。まず、ロードリミット制御方式と呼ばれる制御方式が採られる場合を説明する。ガスタービン 8 1 と蒸気タービン 8 2 は、発電機 8 3 と、クラッチ 8 4 とを介して一軸で接続されている。ガスタービン 8 1 の出力制御は、上位コンピュータからの目標負荷設定 8 5 と実際の負荷 8 6 との偏差  $E$  に P I D 制御器 8 7 を加えて得られる制御出力 8 8 を基礎として行われる。

#### 【 0 0 0 5 】

制御出力 8 8 は、燃料制御弁 8 9 のリフトに変換され、それによって燃料流量が調整され、最終的にガスタービンの出力が制御される。上記上位コンピュータからの目標負荷設定 8 5 は、電力消費状況に合わせて適宜見直される。このとき、目標負荷設定 8 5 が急激に変化すると、ガスタービン燃焼器及びブレード廻りの温度が変化し、ガスタービンを破損してしまう。そのため、目標負荷設定 8 5 直後には、変化率を抑制する変化率レートリミッター 9 0 を挿入しておく。

#### 【 0 0 0 6 】

図 9 は、クラッチ付き一軸コンバインドプラントの別方式の制御システムを示す構成図である。この方式は、ガバナー制御方式と呼ばれるものである。この方式におけるガスタービン 9 1 の出力制御では、まず上位コンピュータからの目標負荷設定 9 2 と実際の負荷 9 3 との偏差をとり、それに応じて回転数指令 ( S P S E T ) を生成し、メモリー M に格納する。そして、その値とガスタービン 9 1 の実回転数 9 4 との偏差にゲイン  $K$  を与えた制御出力 9 5 を基礎として行われる。なお、変化率レートリミッター 9 6 が目標負荷設定値直後に設けられる点は、ロードリミット方式と同様である。

#### 【 0 0 0 7 】

上記のように制御されたクラッチ付き一軸コンバインドプラントを採用すると、クラッチが離脱した状態で、まずガスタービンと発電機のみを起動するので、起動に必要なトルクは小さくなる。これにより、起動装置を不要または容量を小さくできる。また、ガスタービンと発電機のみ起動している間、風損を気にしな



くてもよい程度に蒸気タービンを低速で回転させることができ、この間は冷却蒸気が不要となる。これによって補助ボイラーを不要または容量を小さくできる。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記クラッチ付き一軸コンバインドプラントでは、クラッチが嵌合するときと離脱するとき以下のような問題が生じる。

【 0 0 0 9 】

クラッチが嵌合するとき、蒸気タービンのトルクが一気に発電機に加わるので、発電機からの出力（実負荷）が一気に急上昇する（蒸気タービンのトルクが一気に加わるようにしないとクラッチが嵌合しない）。このとき、上記コンバインドプラント制御システムにおける目標負荷は一定であるのに対し、実負荷が急上昇することになるので、一気に燃料制御弁が絞られる。このような燃料制御は、ガスタービンの燃焼状態の急激な変化を招き、燃焼器を痛めてしまうか、または失火を招来してしまう危険性がある。

【 0 0 1 0 】

また、上記とは反対にコンバインドプラントを止める途中で、クラッチを離脱させる必要があるが、クラッチを離脱させるとき蒸気タービンのトルクが一気になくなるので一瞬の間に発電機からの出力（実負荷）が急降下する。（蒸気タービンのトルクが一気になくなるように弁を閉めないでクラッチがうまく離脱しない）このとき目標負荷は一定で実負荷が急降下するので一気に燃料制御弁が開放される。このような燃料制御も燃焼器を痛める危険がある。

【 0 0 1 1 】

そこで、この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、クラッチの嵌合・離脱に影響を受けないコンバインドプラントの燃料制御方法、それに供する制御装置、およびコンバインドプラントの制御方法をコンピュータに実行させるプログラムを提供することを目的とする。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項 1 にかかるコンバインドプラントの燃料制

御方法は、ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御方法において、前記クラッチの嵌合期・離脱期を検出する検出手段を有し、前記検出手段からの信号をトリガーとして、前記クラッチが嵌合する前後一定期間、および離脱する前後一定期間に、前記目標負荷設定を前記実際の負荷にスイッチングするようにしたものである。

## 【 0 0 1 3 】

本発明において、クラッチの嵌合期とは、クラッチの物理的嵌合時そのものだけでなく、まもなくクラッチが嵌合するであろうという時間的にクラッチの物理的嵌合手前をも含む趣旨である。同様に、クラッチの離脱期とは、時間的にクラッチの物理的離脱手前を含む趣旨である。クラッチの嵌合期・離脱期を検出する検出手段は、クラッチに付設する位置センサーや、電磁クラッチに同期するセンサーでもよい。

## 【 0 0 1 4 】

また、クラッチが蒸気タービンの回転数、回転速度に依存して嵌合・離脱する場合、上記検出手段は、当該回転数、回転速度を検出するエンコーダ、パルスジェネレータ、タコジェネレータ、レゾルバ等でもよく、例えば、ガスタービン回転数と蒸気タービン回転数との差が所定の値以下に小さくなったことを検出するものでもよい。さらに、蒸気タービンの蒸気加減弁の状態を基に離脱期を検出ものであってもよい。

## 【 0 0 1 5 】

また、スイッチングするとは、ある信号経路を他の経路に切り替える手段を意味し、ここでは上位コンピュータからの目標負荷設定を実際の負荷と同一な値に切り替える手段をいう。これらのような定義を考慮すれば、上位コンピュータからの目標負荷設定を実際の負荷にスイッチングした場合、前記偏差が0になり、クラッチが嵌合・離脱したときに生じる負荷の突発的な変化が、燃料制御に悪影響を及ぼさなくなる。

## 【 0 0 1 6 】

また、請求項 2 にかかるコンバインドプラントの燃料制御方法は、ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御方法において、前記クラッチの嵌合期・離脱期を検出する検出手段を有し、前記検出手段からの信号をトリガーとして、前記クラッチが嵌合する前後一定期間、および離脱する前後一定期間に、前記偏差が格納されるメモリー上の値を予め定めた一定値に置換するようにしたものである。

## 【 0 0 1 7 】

このような制御方法をとると、クラッチの嵌合・離脱に伴う実際の負荷の突発的な変化が偏差以降の制御系に悪影響するのを防止することができる。なお、コンバインドプラントのうち、ガスタービンが定常運転していれば、上記偏差の値は元々小さな値をとるので、予め定める一定値も 0 を含む小さな値にすることが好ましい。また、本発明における「クラッチの嵌合期」「クラッチの離脱期」の意味、およびクラッチの嵌合期・離脱期を検出する手段は、請求項 1 に記載の発明と同様である。

## 【 0 0 1 8 】

また、請求項 3 にかかるコンバインドプラントの燃料制御方法は、ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を、上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差 E 1 に応じて前記ガスタービンの回転数指令を生成し、ガスタービンの実回転数と前記回転数指令との比較において得られる偏差 E 2 に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御方法において、前記クラッチの嵌合期・離脱期を検出する検出手段を有し、前記検出手段からの信号をトリガーとして、前記クラッチが嵌合する前後一定期間、および離脱する前後一定期間に、前記回転数指令が格納されるメモリー上の値を予め定めた一定値に置換するようにしたものである。

## 【 0 0 1 9 】

回転数指令は、前記偏差 E 1 に応じて生成される。したがって、クラッチの嵌

合・離脱に伴う実際の負荷が突発的に変化すると、回転数指令も突発的に変化してしまう。そこで、この発明では、クラッチの嵌合期・離脱期にあわせてメモリー上の回転数指令の値を予め定めた一定値に置換する。このようにすると、当該回転数指令とガスタービンの実回転数との偏差E2より下流の制御系に負荷の突発的な変化が影響しなくなる。なお、本発明においても「クラッチの嵌合期」「クラッチの離脱期」の意味、およびクラッチの嵌合・離脱を検出する手段は、請求項1または2に記載の発明と同様である。

#### 【0020】

また、請求項4にかかるプログラムは、前記請求項1～3のいずれか一つに記載されたコンバインドプラントの燃料制御方法を、コンピュータに実行させるようにしたものである。

#### 【0021】

上記プログラムは、コンピュータというハードウェア資源を用いて、対象となるコンバインドプラントの燃焼制御を具体的に実現させるものである。このプログラムは、コンピュータに用いる記憶装置や、フレキシブルディスク等の記憶媒体によってコンピュータの一要素となり、データや信号の入力、各種演算、および出力を司る。これにより、コンバインドプラントの燃焼制御方法がコンピュータを利用して実現できる。

#### 【0022】

また、請求項5にかかるコンバインドプラントの燃料制御装置は、ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御装置において、前記上位コンピュータからの目標負荷設定と、前記実際の負荷と、を入力とする入力部と、クラッチの嵌合期および離脱期を検出するトリガー部と前記トリガー部からの検出信号があったときは、前記検出信号から一定期間、前記目標負荷設定を前記実際の負荷にスイッチングするか、または前記偏差が格納されるメモリー上の値を予め定めた一定値に置換し、当該一定となった前記偏差にゲインを乗じることによって燃料制御弁への制御出力を決定する演算部と、前記制御出力を前

記燃料制御弁に対して出力する出力部と、を有するようにしたものである。

【 0 0 2 3 】

この発明において、「クラッチの嵌合期」および「クラッチの離脱期」の意味は請求項 1 に記載の発明と同様である。また、クラッチの嵌合期・離脱期を検出する手段も請求項 1 に記載の発明と同様である。また、トリガー部はクラッチに設けられる位置センサーからの信号または蒸気タービンの回転数から嵌合間隙・離脱間隙の状態を検知し、演算部での演算に用いる。トリガー部においてクラッチの嵌合期・離脱期が検出されたときには、目標負荷設定を実際の負荷にスイッチングするか、または偏差が格納されるメモリー上の値を予め定めた一定値に置換する。当該偏差はゲインが乗じられ、制御出力となる。

【 0 0 2 4 】

なお、この発明においても、コンバインドプラントのうち、ガスタービンが常運転していれば、上記偏差の値は小さな値をとるようになるので、メモリー上で置換する予め定められた値も 0 を含む小さな値にすることが好ましい。このような制御装置によれば、クラッチが嵌合・離脱したときに生じる突発的な負荷変化が、偏差以降の制御に影響しなくなる。したがって、負荷の突発的变化があっても燃料制御に悪影響を及ぼさなくなる。

【 0 0 2 5 】

また、請求項 6 にかかるコンバインドプラントの燃料制御装置は、ガスタービンと蒸気タービンとがクラッチを介して連結されるコンバインドプラントの燃料を、上位コンピュータからの目標負荷設定と実際の負荷をフィードバックした値との偏差  $E_1$  に応じて前記ガスタービンの回転数指令を生成し、前記ガスタービンの実回転数と前記回転数指令との比較において得られる偏差  $E_2$  に応じて増減制御するコンバインドプラントの燃料制御装置において、前記上位コンピュータからの目標負荷設定と、前記実際の負荷と、前記ガスタービンの実回転数と、を入力とする入力部と、嵌合期および離脱期を検出するトリガー部と前記トリガー部からの検出信号があったときは、前記信号から一定期間、前記回転数指令が格納されるメモリー上の値を予め定めた一定値に置換し、当該一定となった前記偏差にゲインを乗じることによって燃料制御弁への前記制御出力を決定する演算部

と、前記制御出力を前記燃料制御弁に対して出力する出力部と、を有するようにしたものである。

#### 【 0 0 2 6 】

この発明において、「クラッチの嵌合期」および「クラッチの離脱期」の意味、クラッチの嵌合期・離脱期を検出する手段、およびトリガー部は、請求項 5 に記載の発明と同様である。トリガー部においてクラッチの嵌合期・離脱期が検出されたときには、回転数指令が格納されるメモリー上の値を予め定めた一定値に置換し、当該偏差にゲインを乗じて制御出力を決定する。このような制御装置によれば、クラッチが嵌合・離脱したときに生じる突発的な負荷変化が、偏差 E 2 より下流の制御系に影響しなくなる。したがって、負荷の突発的变化があっても燃料制御に悪影響を及ぼさなくなる。

#### 【 0 0 2 7 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、この実施の形態の構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、或いは実質的に同一のものを含む。

#### 【 0 0 2 8 】

##### （実施の形態 1）

図 1 は、この発明の実施の形態 1 にかかるコンバインドプラントの燃料制御方法を示すブロック線図である。コンバインドプラント 1 は、ガスタービン 2 と蒸気タービン 3 とがクラッチ 4 を介して連結されるものである。ここでは、ガスタービン 2 と上記蒸気タービン 3 との間に発電機 5 を挟むように配置し、一軸で連結した一軸コンバインドプラントの例について説明する。

#### 【 0 0 2 9 】

コンバインドプラント 1 の燃料は、燃料制御弁 6 を介してガスタービン 2 に送られ、タービンを回転させる仕事をしたあと、排気される。排気されたガスは排ガスボイラー（図示省略）において、加圧蒸気を発生させる。加圧蒸気は蒸気加減弁 7 を介して蒸気タービンに送られ、タービンを回転させ、ここでも仕事をす。このように、発電機 5 は、ガスタービン 2 と蒸気タービン 3 の両回転機によ

る仕事によって電力を発生させ、発電設備の一部を構成する。

#### 【 0 0 3 0 】

クラッチ 4 は、コンバインドプラント 1 の起動時に離脱状態とされ、蒸気タービン 3 の回転数がガスタービン 2 の回転数と同等になったときに結合される。反対にコンバインドプラント 1 の停止時には、蒸気加減弁 7 を絞りと、蒸気タービン 3 の回転数を一気に下げると共に、クラッチ 4 が離脱される。なお、クラッチ 4 の種類は、摩擦クラッチやかみ合わせクラッチ等様々なものが考えられるが、伝達動力の大きさ、信頼性を考慮するとヘリカルスプライン等のかみ合わせクラッチ 4 が好ましい。

#### 【 0 0 3 1 】

制御系は、減算器 1 0，P I D 制御器 1 1，クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 1 3 から構成される。減算器 1 0 は、上位コンピュータからの目標負荷設定 8 と実際の負荷（以下実負荷と称する。）をフィードバックした値 9 との差し引きをする。そして、上記 2 つの値の偏差が求められ、その後流に設けられる P I D 制御器 1 1 によって演算された後、制御出力 1 2 となる。制御出力 1 2 はその後の関数（または演算処理、図示省略）で燃料制御弁 6 のリフト量に変換され、燃料の増減が制御される。なお、減算器 1 0 の上流には、目標負荷設定 8 の急激な変化を抑制するための変化率レートリミッター 1 6 が設けられることが一般的である。

#### 【 0 0 3 2 】

コンバインドプラント 1 の起動間もないときや定格運転しているときは、クラッチ 4 が完全離脱・嵌合状態であり、上記制御方法で燃料が制御される。一方、クラッチ 4 が嵌合するとき、および離脱するときには、クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 1 3 からの信号をトリガーとして目標負荷設定 8 を実負荷 9 にスイッチングする。つまり、図中の目標負荷設定 8 からの信号を実負荷 9 からの信号 1 4 に切り替える。

#### 【 0 0 3 3 】

クラッチ 4 の嵌合期・離脱期検出装置 1 3 は、クラッチ 4 に付設する位置センサーや、電磁クラッチに同期するセンサーといった手段でもよい。また、クラッ

チ 4 が蒸気タービン 3 の回転数、回転速度に依存して嵌合・離脱する場合、例えばガスタービンの回転数と蒸気タービンの回転数との差が所定の値よりも小さくなったときに嵌合期、停止モードで蒸気加減弁が絞られたときに離脱期として検出する場合、上記検出装置 1 3 は、当該回転数、回転速度を検出するエンコーダ、パルスジェネレータ、タコジェネレータ、レゾルバ、電磁弁等の手段でもよい。

#### 【 0 0 3 4 】

なお、同図では、スイッチングセレクター 1 5 の後流に変化率レトリミッター 1 6 が設けられているが、これらは概念を説明する上で、別々に設けられるように示したものであり、上記 2 つの要素 1 5、1 6 を一つの機器またはソフトウェアで実現してもよい。その場合、目標負荷設定 8 を実負荷 9 にスイッチングすると同時に変化率レトリミッター 1 6 の機能を OFF 状態にするのが好ましい。

#### 【 0 0 3 5 】

このようにすると、上位コンピュータからの目標負荷設定 8 を実負荷 9 にスイッチングした場合、減算器 1 0 における偏差が 0 になる。つまり、クラッチが嵌合・離脱したときに生じる負荷の突発的な変化が、その後流の制御系になんら影響を及ぼさなくなる。したがって、従来のように燃料制御弁 6 を突発的に開いたり、絞ったりすることがなくなり、ガスタービン 2 の燃焼器を痛めることもなくなる。

#### 【 0 0 3 6 】

図 2 は、上記制御方法を実現する制御装置を示す説明図であり、(a) は、機能ブロック図であり、(b) は、ハードウェア構成である。同図 (a) に示すように、制御装置 2 0 は、入力部 2 1、トリガー部 2 2、演算部 2 3 および出力部 2 4 から構成される。メンテナンスやモニタリング等のためには、上記に加え、モニター等のユーザーインターフェース部（図示省略）を設けてもよい。

#### 【 0 0 3 7 】

入力部 2 1 には、目標負荷設定 8 および実負荷 9 が入力される。また、トリガー部 2 2 には、クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 1 3 からのトリガー信号が入力



される。演算部 2 3 は、入力部 2 1 に入力された値を基に、変化率レートリミッター 1 6、減算器 1 0、P I D 制御器 1 1 等における演算を行う。

#### 【 0 0 3 8 】

また、トリガー部 2 2 において、クラッチの嵌合期・離脱期（トリガー信号）を検知したときは、上記で説明したスイッチングを演算部 2 3 で行う。出力部 2 4 は、演算部 2 3 で導き出された制御出力 1 2 を電気信号として出力する。なお、演算部 2 3 は、記憶部を内包するもので、当該記憶部へのデータの読み書きにより演算処理を行う。

#### 【 0 0 3 9 】

制御装置 2 0 のハードウェア構成は、同図（b）に示すように、C I S C（Complex Instruction Set Computer）または R I S C（Reduced Instruction Set Computer）である C P U または D S P（Digital Signal Processor）といったプロセッサ 2 5 を中心に、ROM 2 6、RAM 2 7、入出力インターフェース（I/O）2 8、およびユーザーインターフェース 2 9 をバス 3 0 で接続した構成である。

#### 【 0 0 4 0 】

プロセッサ 2 5 の実行プログラムは、ROM 2 6 に予め格納される。また、この ROM 2 6 には、入出力インターフェース 2 8 との通信プログラムやユーザーインターフェース 2 9 と入出力するためのプログラムも格納される。なお、図では省略したが、入出力インターフェース 2 8 には、その先に接続されるデバイスに応じて A/D コンバータ、D/A コンバータが設けられる。また、ここではソフトウェアによるデジタル処理を想定して説明したが、ハードウェアによるアナログ処理により実現されるものであってもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

図 3 は、実施の形態 1 にかかる制御方法の流れを示すフローチャートである。まず、目標負荷設定および実負荷が制御装置に入力される（ステップ S 1 0 1、S 1 0 2）。そして、クラッチの嵌合期・離脱期を示すトリガー信号が入力されたか検知する（ステップ S 1 0 3）。トリガー信号が入力されていれば、タイマーで所定の時間（クラッチの嵌合・離脱状態が安定するまでの間）、目標負荷設

定を実負荷信号にスイッチングし（ステップ S 1 0 4）、入力されていなければ、目標負荷設定および実負荷をそのままそれぞれの値として扱う。

#### 【 0 0 4 2 】

つぎに、目標負荷設定から実負荷を差し引き、偏差を求める（ステップ S 1 0 5）。求められた偏差は P I D 制御器によって演算され、制御出力として導出される（ステップ S 1 0 6）。その後、制御出力は電気信号として制御装置から出力される（ステップ S 1 0 7）。制御装置は、以上の流れを繰り返し行う（ステップ S 1 0 8）。

#### 【 0 0 4 3 】

図 4 は、クラッチ嵌合期・離脱期検出に必要な要素の例を示すブロック線図である。まず、クラッチ嵌合期検出の例について説明する。クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 1 3 には、ガスタービン回転数 3 2 と蒸気タービン回転数 3 3 が入力され、これらの回転数の差が一定の小さな値以下になったときに、クラッチがまもなく嵌合するであろう時期、すなわち嵌合期に入ったと判断してトリガー信号 3 4 を出力する。トリガー信号 3 4 は、予めタイマー等に設定しておいた一定時間出力するようにしておく。これにより、クラッチ嵌合後の負荷変動が落ち着く安定期まで目標負荷設定が実負荷にスイッチングされる。

#### 【 0 0 4 4 】

つぎに、クラッチ離脱期検出の例について説明する。クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 1 3 には停止モードを示す信号 3 5 と蒸気タービンの蒸気加減弁 3 6 が入力され、停止モードであり、かつ、蒸気加減弁 3 6 が絞られたときにクラッチがまもなく離脱する時期、すなわち離脱期に入ったと判断してトリガー信号 3 4 を出力する。この場合もトリガー信号 3 4 は、予めタイマー等に設定しておいた一定時間出力するようにしておく。これにより、クラッチ離脱後の負荷変動が落ち着く安定期まで目標負荷設定が実負荷にスイッチングされる。

#### 【 0 0 4 5 】

以上のような流れをコンピュータプログラムに具現化し、コンピュータに実行させれば、トリガー信号に応じて、目標負荷設定を実負荷にスイッチングしたり、しなかったりするコンバインドプラントの制御方法を実行する制御装置を構築

することができる。

【 0 0 4 6 】

(変形例)

図 1 におけるクラッチ嵌合期・離脱期検出装置 1 3 からのトリガー信号を基に、減算器 1 0 において求まる偏差を一定値とするようにしても上記実施の形態 1 と同様の効果が望める。すなわち、上記減算器 1 0 は、ハードウェアまたはソフトウェアで構成され得るが、いずれにしてもメモリー上に偏差が一時格納される工程を踏む。そして、クラッチ 4 が嵌合期に入ったとき、または離脱期に入ったときに、クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 1 3 からのトリガー信号を基に、前記偏差を予め定めた一定値に置換する。

【 0 0 4 7 】

具体的には、減算器 1 0 がハードウェアで構成されている場合、減算の対象および被対象となる信号を接地等して 0 にしてもよいし、それに加えてバイパス回路等で一定の値にしてもよい。また、ソフトウェアで構成されている場合は、クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 1 3 からのトリガー信号から一定時間の間、メモリー上の値を置換し続けられればよい。なお、一定時間としたのは、クラッチの物理的嵌合・離脱から一定時間は、発電機 5 や連結軸 1 7 からの実負荷 9 が安定しないからである。当該一定時間は、ハードウェア／ソフトウェアのタイマーで適当に設定可能としておくのが好ましい。

【 0 0 4 8 】

このような制御方法を採用しても、クラッチが嵌合・離脱したときに生じる負荷の突発的な変化が、減算器 1 0 より後流の制御系になんら影響を及ぼさなくなる。したがって、従来のように燃料制御弁 6 を突発的に開いたり、絞ったりすることがなくなり、ガスタービン 2 の燃焼器を痛めることもなくなる。

【 0 0 4 9 】

(実施の形態 2)

図 5 は、この発明の実施の形態 2 にかかるコンバインドプラントの燃料制御方法を示すブロック線図である。同図は、従来のガバナーモードを基に、改良を加えたものである。すなわち、上位コンピュータからの目標負荷設定 5 0 と実負荷

5 1 との偏差 E 1 5 2 が減算器 5 3 で求められ、それに応じて回転数指令 ( S P S E T ) 5 4 が生成される。

【 0 0 5 0 】

そして、その値は、一時メモリー 5 8 に格納され、当該メモリー 5 8 から取り出された値とガスタービン実回転数 6 2 との偏差 E 2 5 5 にゲイン 5 6 が与えられることによって得られる制御出力 5 7 を基礎として燃料制御が行われる。なお、変化率レトリミッター 5 9 が目標負荷設定値の下流に設けられる点は、実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 5 1 】

この実施の形態 2 では、クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 6 0 とメモリー 5 8 に格納した値の置換手段 6 1 とが上記の構成に加わった構成における制御方法およびその装置を中心に説明する。クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 6 0 は、実施の形態 1 と同様で、クラッチ 4 に付設する位置センサー、電磁クラッチ等のセンサーやガスタービン回転数、蒸気タービン回転数等、停止モード、蒸気加減弁の開閉状態が入力される手段でもよい。

【 0 0 5 2 】

上述したように、上記構成における S P S E T 5 4 は、前記偏差 E 1 5 2 に応じて生成される。したがって、クラッチ 4 の嵌合・離脱に伴い、実負荷 5 1 が突発的に変化すると、S P S E T 5 4 も突発的に変化してしまう。そこで、この発明では、クラッチ 4 の嵌合期・離脱期にあわせて S P S E T 5 4 の値をメモリー 5 8 上において、予め定めた一定値に置換する。

【 0 0 5 3 】

このようにすると、当該回転数指令 5 4 とガスタービン実回転数 6 2 との偏差 E 2 5 5 より下流の制御系に負荷の突発的な変化が影響しなくなる。なお、S P S E T 5 4 を生成するときに、急激な変化を抑制するために、変化率レトリミッターも並設される場合がある。この場合、当該変化率レトリミッターで設定する変化率をクラッチ 4 の嵌合・離脱にあわせて 0 に置換するようにしても、上記と同様な効果が得られる。

【 0 0 5 4 】

この制御方法に用いる装置は、基本的に図 2 における構成と同様である。ただし、同図における入力部 2 1 にガスタービン実回転数 6 2 が追加され、合計 3 つの信号が入力される点が異なる。また、演算部 2 3 における演算も図 2 と図 5 における構成の相違に応じて異なる。つぎにその相違点を含んだ制御の流れを具体的に説明する。

## 【 0 0 5 5 】

図 6 は、実施の形態 2 にかかる制御方法の流れを示すフローチャートである。まず、目標負荷設定  $R$ 、実負荷  $L$ 、およびガスタービン実回転数  $N$  が制御装置に入力される（ステップ  $S 3 0 1 \sim S 3 0 3$ ）。なお、ガスタービン実回転数  $N$  は説明の便宜上ここで入力されるようにしたが、必ずしもここで入力されなくてもよく、後述する  $E 2$  が求められる手前で入力されていれば十分である。

## 【 0 0 5 6 】

つぎに、 $R$  から  $L$  が差し引かれ、偏差  $E 1$  が求められる（ステップ  $S 3 0 4$ ）。偏差  $E 1$  は調停率を考慮したガスタービン回転数指令（ $SPSET$ ）に換算される（ステップ  $S 3 0 5$ ）。なお、このときに回転数指令の急激な変化を抑制するために変化率レトリミッターを補償器として付加してもよい。そして、トリガー信号の入力を確認する（ステップ  $S 3 0 6$ ）。

## 【 0 0 5 7 】

ここで、トリガー信号が入力されていれば、メモリーに格納された前記偏差  $SPSET$  の値を一定値  $a$  に置換するか、または、変化率レトリミッターの変化率を 0 にするようにして（ステップ  $S 3 0 7$ ）、入力されてなければ  $SPSET$  をそのままの値に保持する。そして、 $SPSET$  は、ガスタービン実回転数  $N$  と差し引きされ、偏差  $E 2$  が求められる（ステップ  $S 3 0 8$ ）。偏差  $E 2$  はゲイン  $K$  が乗じられ、制御出力となり（ステップ  $S 3 0 9$ ）、最終的な制御出力が燃料制御弁に向けて出力される（ステップ  $S 3 1 0$ ）。制御装置は、上記の流れを繰り返す（ステップ  $S 3 1 1$ ）。

## 【 0 0 5 8 】

上記のように制御すると、発電機の回転数（系統周波数）が変化しない限り、制御出力は変化しなくなる。クラッチの嵌合・離脱からしばらく時間が経ち、負

荷が安定すると、S P S E T が設定した変化率で動き、実負荷が目標負荷設定に追従するように燃料が制御される。

## 【 0 0 5 9 】

図 7 は、この発明を利用したときのコンバインドプラントの実負荷変化を示すグラフ図である。このグラフ図は、縦軸を負荷、横軸を時間としている。同グラフ図において、点線はガスタービンの負荷 7 1、一点鎖線は蒸気タービンの負荷 7 2、および実線 7 3 は上記二つの合計を示す。上述したように、コンバインドプラントの起動時には、まずガスタービンのみが始動される。したがって、その時間区間 7 4 においては上記合計 7 3 は、ガスタービンの負荷と等しく、その傾きは変化率レートリミッターの設定に従う。

## 【 0 0 6 0 】

そして、蒸気タービンの回転数が上がり、クラッチが嵌合される時 E n には、上記合計 7 3 が、ガスタービンの負荷 7 1 と上記タービンの負荷 7 2 を重ね合わせた大きさとなり、急激に変化する。この発明では、かかる急激な変化があった時でも、偏差が小さな一定値をとるので、燃料が過剰に絞られることがない。したがって、負荷がインパルス的に突出することなく、安定した燃料供給が可能となる。

## 【 0 0 6 1 】

クラッチの嵌合期、すなわち嵌合時 E n 手前からしばらくの区間 7 5 は、制御アルゴリズムにおける偏差が一定となるので、ガスタービンの負荷 7 1 は変化せず、上記タービン 7 2 の負荷上昇の分だけ合計 7 3 はゆるやかに上昇する。当該区間 7 5 を過ぎた後は、偏差が目標負荷設定と実負荷との差となり、変化率レートリミッターに設定した割合で負荷が上昇していく。

## 【 0 0 6 2 】

コンバインドプラントを停止する時は、停止モード（オペレーターが選択する）にして、蒸気タービンへの蒸気加減弁が絞られ、クラッチの離脱時 R e に負荷が急激に降下する。ここでも、この発明の効果が現れ、インパルス的に燃料が供給されることがない。すなわち、離脱期から一定の期間 7 6 では、偏差が一定となるので、ガスタービンの負荷は変化せず、一定値を保つ。当該一定の期間 7 6

を過ぎた後 77 は、目標負荷設定を降下させ、変化率レトリミッターに設定した割合で負荷が降下し、ガスタービンも停止する。なお、実施の形態 1 における制御方法を実施してもこれと同様な負荷変化が得られる。

【 0 0 6 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明にかかるコンバインドプラントの燃料制御方法（請求項 1 ～ 3 ）によれば、クラッチが嵌合・離脱したときに生じる負荷の突発的な変化が、その後流の制御系になんら影響を及ぼさなくなる。したがって、従来のように燃料制御弁を突発的に開いたり、絞ったりすることがなくなり、ガスタービンの燃焼器を痛めることもなくなる。

【 0 0 6 4 】

また、この発明にかかるプログラム（請求項 4 ）によれば、当該プログラムをコンピュータに実行させることによって、クラッチの嵌合・離脱時の突発的な負荷変化によらず、コンバインドプラントに安定した燃料制御を行うことができる。したがって、ガスタービンの燃焼器破損も防止することができる。

【 0 0 6 5 】

また、この発明にかかるコンバインドプラントの燃料制御装置（請求項 5 および 6 ）によれば、クラッチの嵌合・離脱時の突発的な負荷変化によらず、コンバインドプラントに安定した燃料制御を行うことができる。したがって、ガスタービンの燃焼器破損も防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1 】

実施の形態 1 にかかるコンバインドプラントの燃料制御方法を示すブロック線図である。

【図 2 】

制御装置を示す説明図であり、（a）は、機能ブロック図であり、（b）は、ハードウェア構成である。

【図 3 】

実施の形態 1 にかかる制御方法の流れを示すフローチャートである。

【図 4】

クラッチ嵌合期・離脱期検出に必要な要素の例を示すブロック線図である。

【図 5】

実施の形態 2 にかかるコンバインドプラントの燃料制御方法を示すブロック線図である。

【図 6】

実施の形態 2 にかかる制御方法の流れを示すフローチャートである。

【図 7】

コンバインドプラントの実負荷変化を示すグラフ図である。

【図 8】

従来のクラッチ付きコンバインドプラントの制御システムを示す構成図である。

【図 9】

従来のクラッチ付きコンバインドプラントの制御システムを示す構成図である。

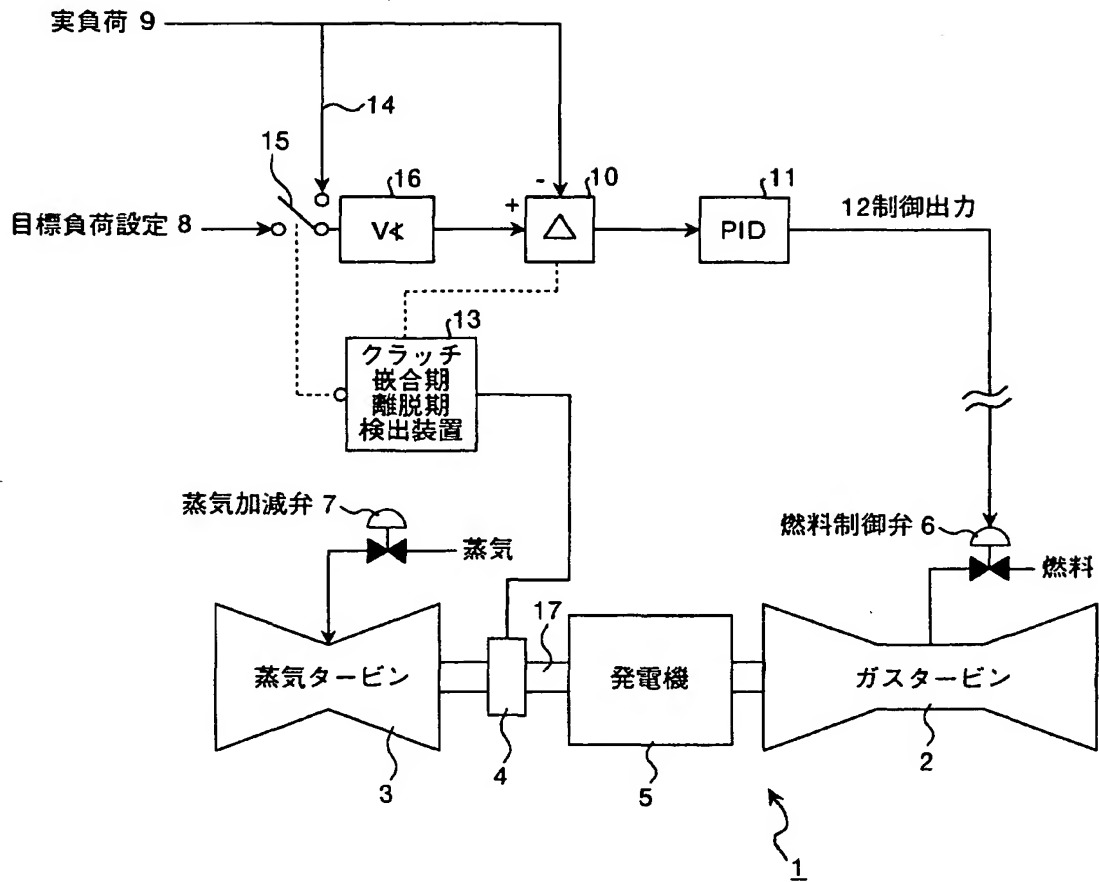
【符号の説明】

- 1 コンバインドプラント
- 2、81、91 ガスタービン
- 3、82 蒸気タービン
- 4、84 クラッチ
- 5、83 発電機
- 8、50、85、92 目標負荷設定
- 9、51、86、93 実負荷
- 11、87 PID制御器
- 12、57、88、95 制御出力
- 13、60 クラッチ嵌合期・離脱期検出装置
- 15 スイッチングセレクター
- 54 SPSET
- 58 メモリー

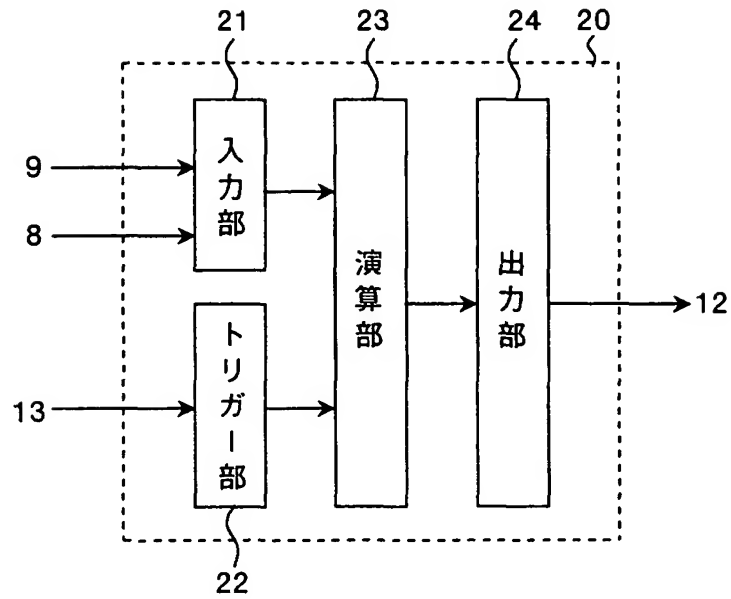


【書類名】 図面

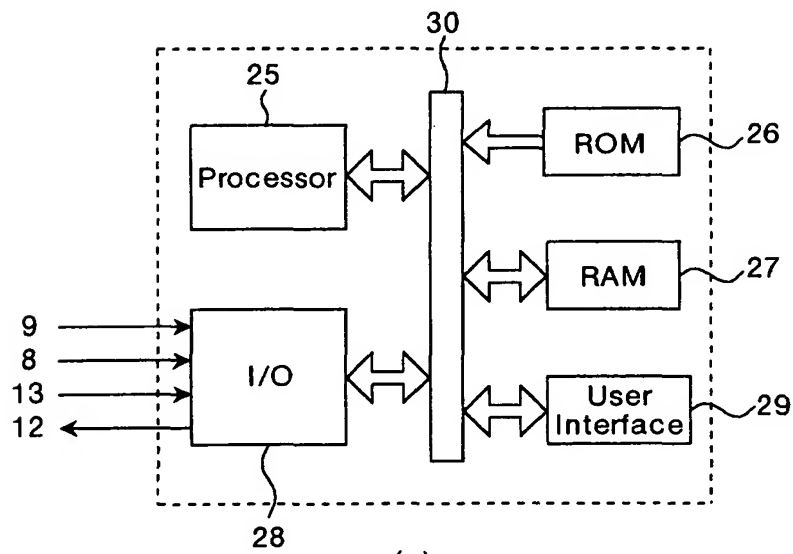
【図 1】



【図 2】

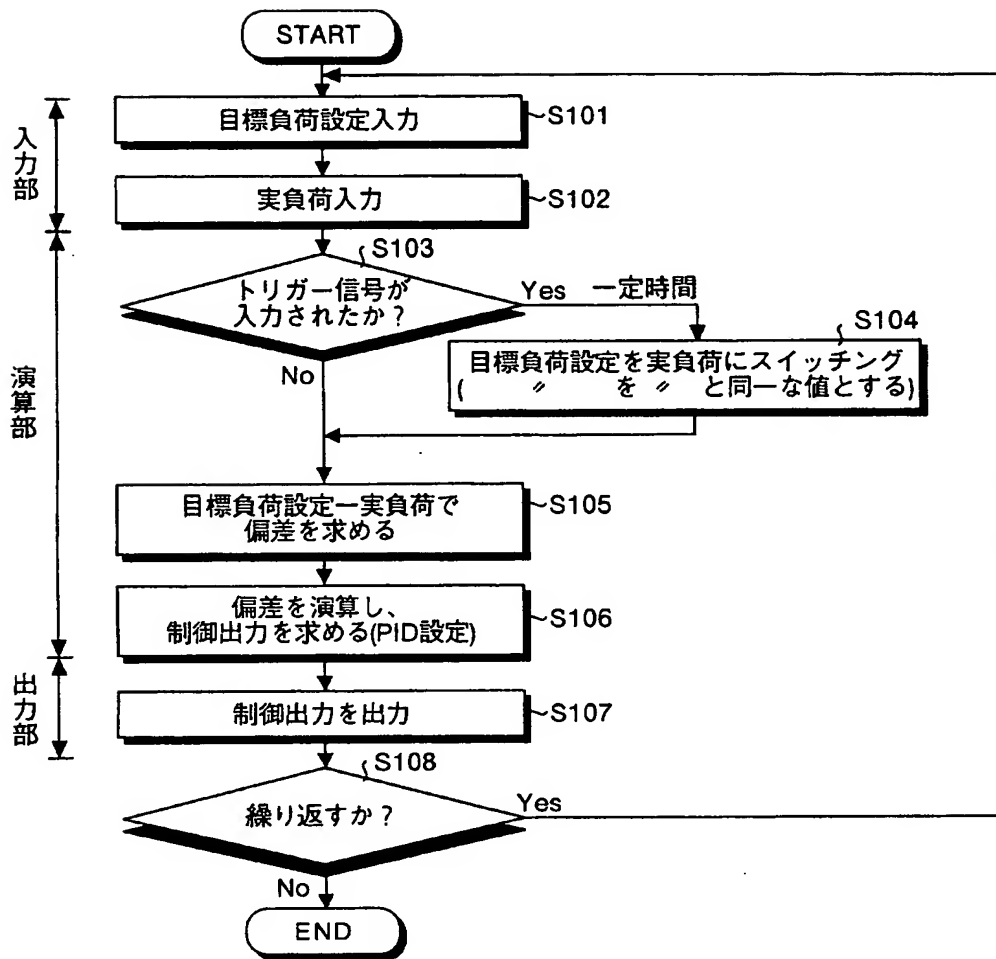


(a)

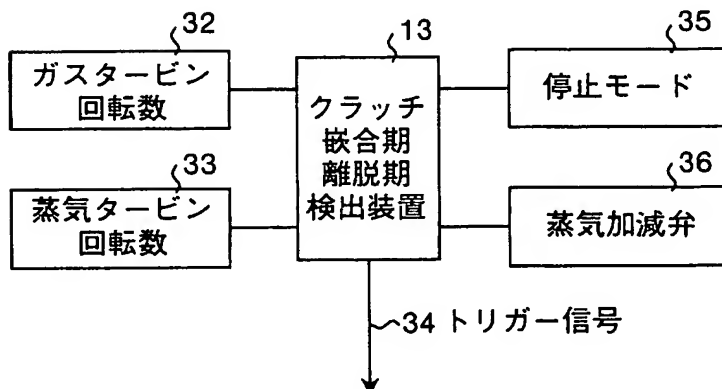


(b)

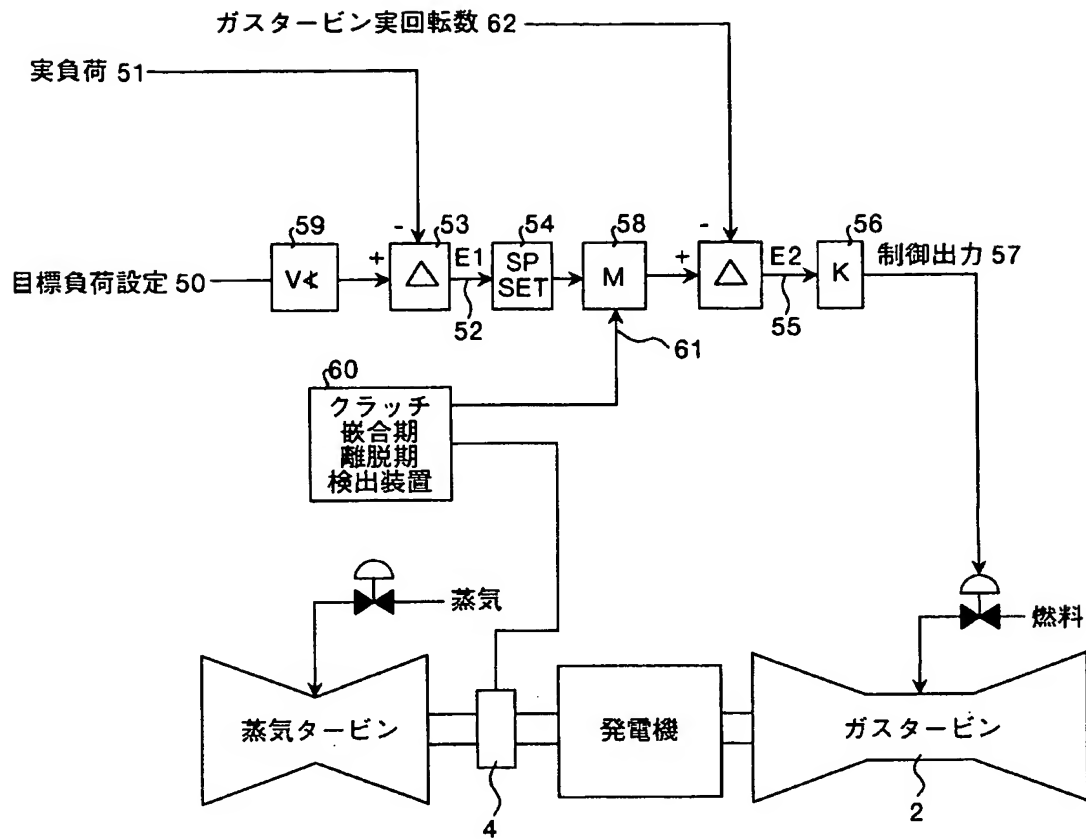
【図 3】



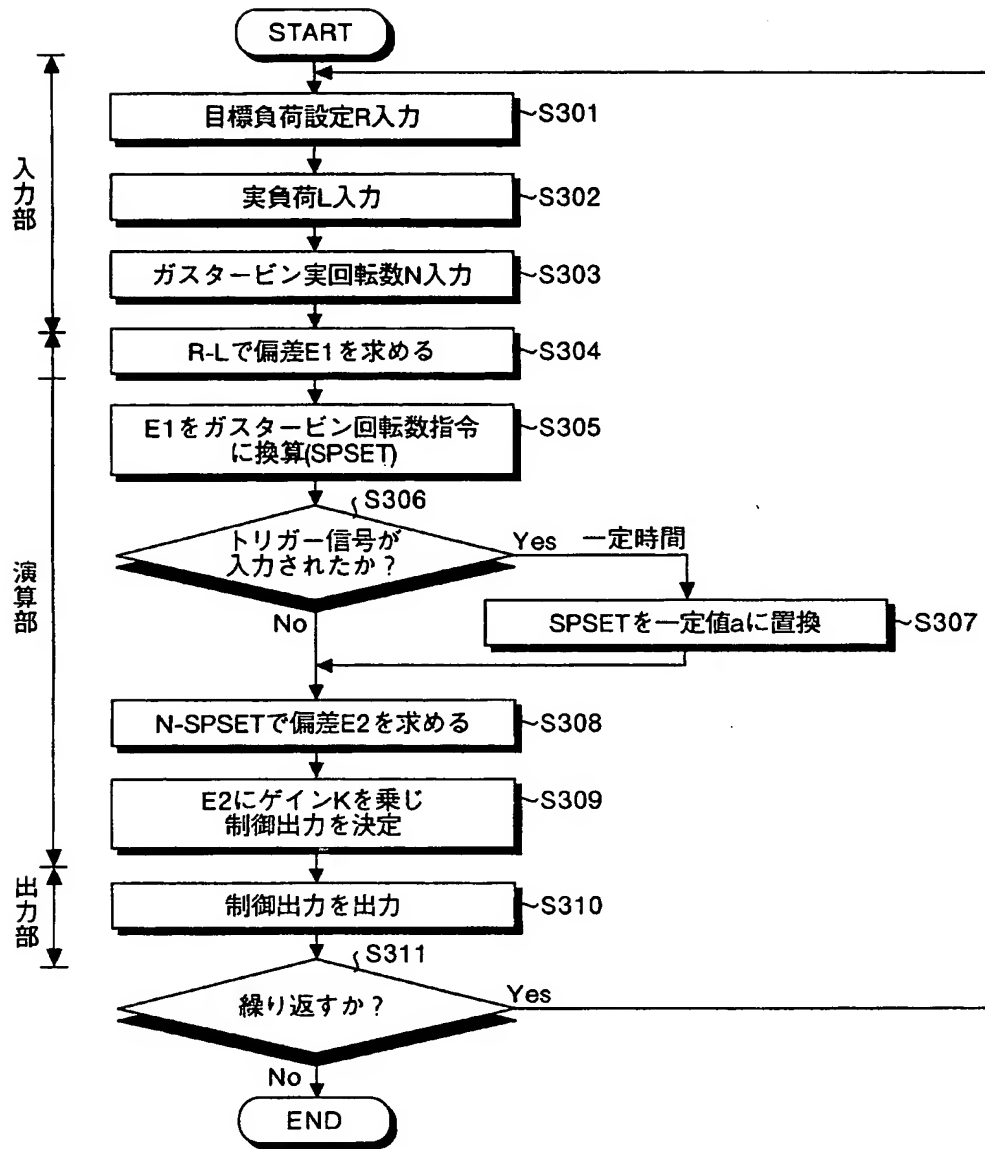
【図 4】



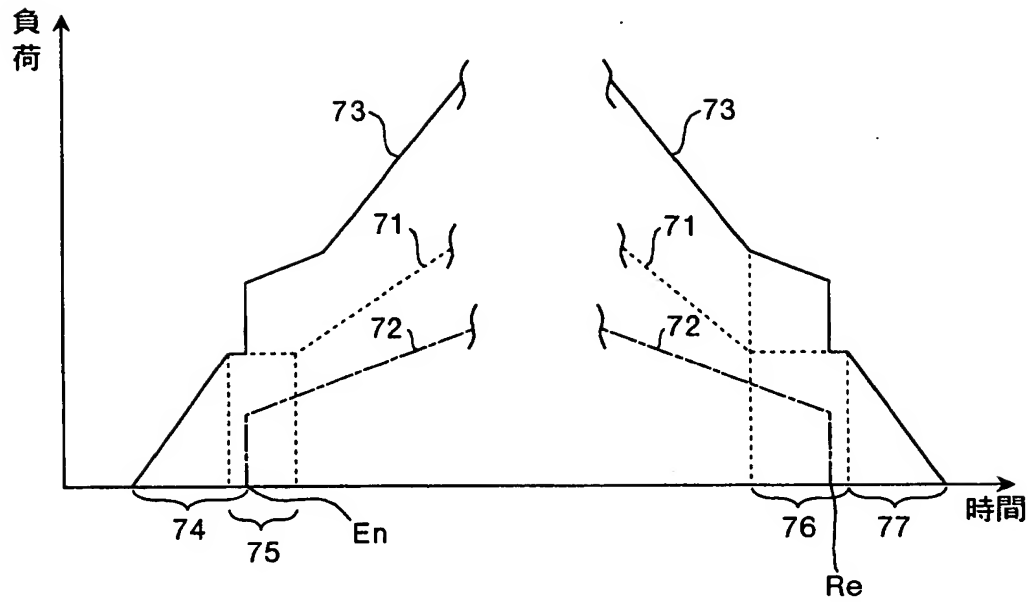
【図 5】



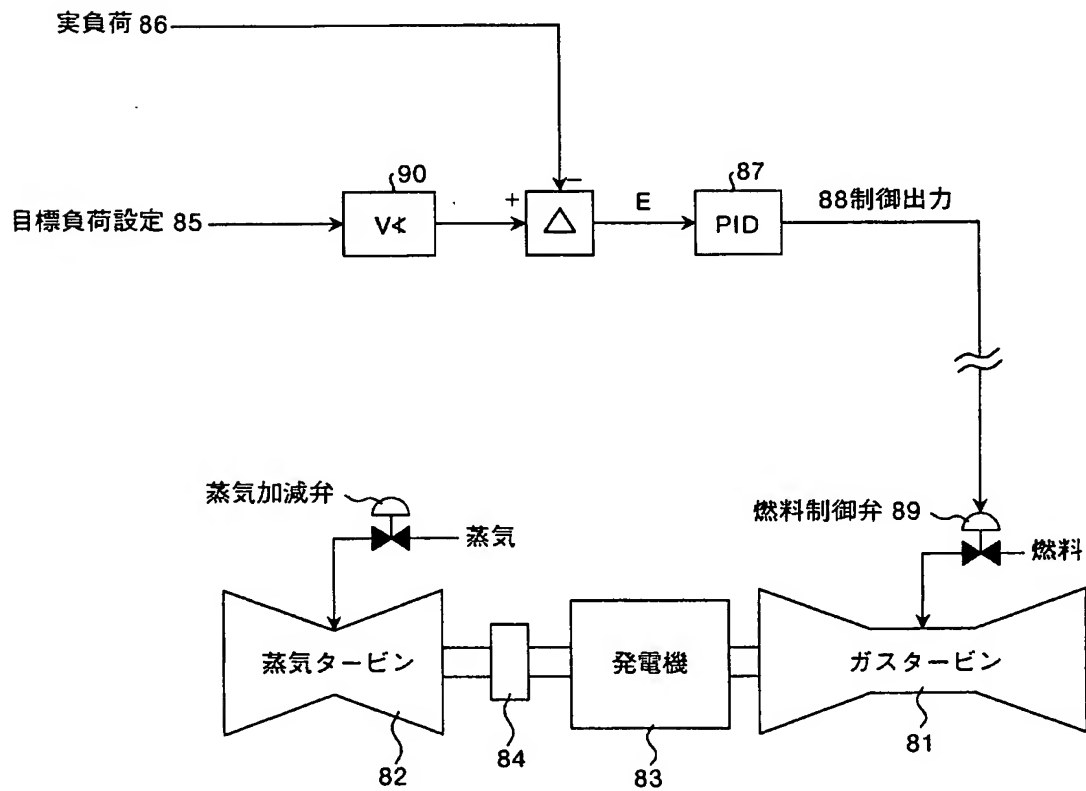
【図 6】



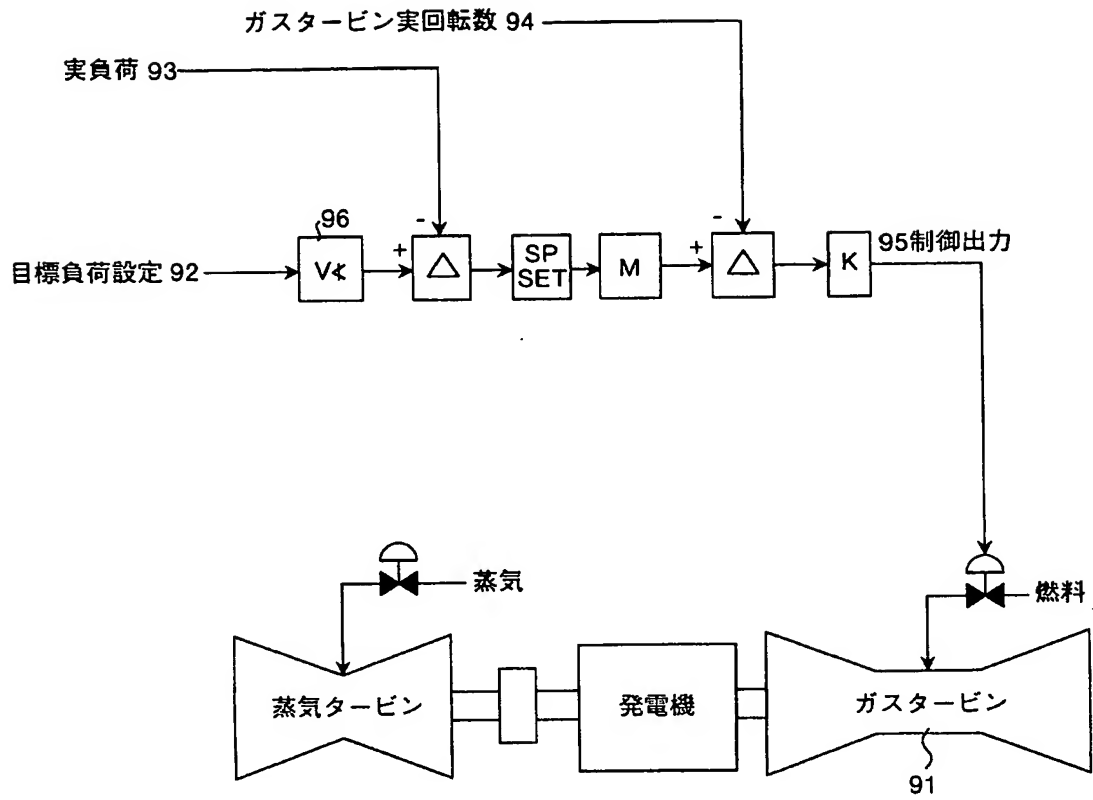
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 クラッチの嵌合・離脱に影響を受けないコンバインドプラントの燃料制御方法等を提供すること。

【解決手段】 コンバインドプラント 1 の起動間もないときや定格運転しているときは、クラッチ 4 が完全離脱・嵌合状態であり、従来のように燃料が制御される。一方、クラッチ 4 が嵌合する前後、および離脱する前後には、クラッチ嵌合期・離脱期検出装置 1 3 からの信号をトリガーとして目標負荷設定 8 を実負荷 9 にスイッチングする。このようにすれば、クラッチが嵌合・離脱したときに生じる負荷の突発的な変化が、その後流の制御系になんら影響を及ぼさなくなる。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006208]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
氏 名	三菱重工業株式会社